

เชื้อเพลิงจากยางล้อ

ดร. พงษ์ธร ราชอยู่

บทนำ

การกำจัดขยะที่เกิดจากยางล้อเก่าถือเป็นปัญหาใหญ่ของหลายๆ ประเทศ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นมา ประเทศสหรัฐอเมริกา มีขยะที่เกิดจากยางล้อเก่าประมาณ 290 ล้านเส้น/ปี (หรือประมาณ 1 เส้น/คน) และเกือบประมาณร้อยละ 45 ของขยะยางล้อเก่าเหล่านี้ถูกกำจัดโดยการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมในเตาเผา ร่วมกับการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ เช่น ถ่านหิน ไม้ หรือก๊าซธรรมชาติ โดยโรงเผาส่วนใหญ่ จะใช้เชื้อเพลิงจากยางล้อเก่าในปริมาณร้อยละ 10-25 [1] ปัจจุบันการนำยางล้อเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะ ในอุตสาหกรรมซีเมนต์ อุตสาหกรรมผลิตกระแสไฟฟ้า และอุตสาหกรรมกระดาษ ทั้งนี้เพราะเมื่อพิจารณาในแง่ของการเป็นแหล่งพลังงานแล้ว ยางล้อถือเป็นเชื้อเพลิงที่มีศักยภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพราะยางล้อให้ค่าพลังงานความร้อนสูงถึง 30,213-37,185 กิโลจูล/กิโลกรัม [2,3] เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหินและไม้ซึ่งมีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 31,017 และ 11,620 กิโลจูล/กิโลกรัม [2] ตามลำดับ ข้อมูลจากหลายๆ แหล่งรายงานว่ายางล้อให้ค่าพลังงานความร้อนได้สูงใกล้เคียงกับน้ำมันปิโตรเลียมหรือถ่านหินเกรดที่มี คุณภาพสูง ซึ่งพลังงานความร้อนที่ได้จากยางล้อจะมีค่าสูงกว่าพลังงานความร้อนจากถ่านหินเกรดทั่วไปประมาณร้อยละ 20-25 [4] หากคำนวณคร่าวๆ โดยพิจารณาว่าถ้านำยางล้อทั้งหมดที่ต้องการกำจัดทิ้งของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2548 (จำนวน 270 ล้านเส้น) มาใช้เป็นเชื้อเพลิงซึ่งเทียบเท่ากับเชื้อเพลิงจำนวน 2,457 ล้านกิโลกรัม (ยางล้อรถโดยสาร 1 เส้นมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 11.4 กิโลกรัม แต่เมื่อนำโลหะและผ้าใบออกแล้วจะได้เศษยางที่มีน้ำหนักประมาณ 9.1 กิโลกรัม/เส้น) เราจะได้ค่าพลังงานความร้อนสูงถึง 82.3×10^{12} กิโลจูล/ปี ซึ่งเทียบเท่ากับพลังงานที่ได้จากน้ำมันดิบปริมาณ 13 ล้านบาร์เรล [2] ข้อดีอื่นๆ ของการนำยางล้อเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงก็คือ ยางล้อมีองค์ประกอบที่แน่นอนและมีปริมาณความชื้นต่ำซึ่งถือเป็นสมบัติที่ดีของเชื้อเพลิงที่โรงเผาต้องการ

องค์ประกอบของยางล้อและการนำยางล้อไปใช้เป็นเชื้อเพลิง

ยางล้อเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยวัสดุ 3 กลุ่มหลักๆ คือ ยาง ผ้าใบ และเหล็ก โดยเนื้อยางจัดเป็นองค์ประกอบหลักของยางล้อ (ประมาณร้อยละ 70-75) เพราะเป็นวัสดุที่ปกคลุมพื้นผิวด้านนอกทั้งหมดของยางล้อ อันได้แก่ ดอกยาง (tread) แก้มยาง (sidewall) รวมถึง ยางบุเคลือบผิวด้านใน (inner liner) เพื่อเก็บกักลม เป็นต้น ส่วนผ้าใบและเหล็กนั้นแม้ว่าจะมีปริมาณที่ต่ำกว่า (ประมาณร้อยละ 25-30) แต่ก็ ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเพราะในการผลิตยางล้อนั้น ผู้ประกอบการจำเป็นต้องเสริมชั้นผ้าใบ (fabric ply) และเบลต์เหล็ก (steel belt) เพื่อช่วยทำให้ยางล้อมีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มากยิ่งขึ้น ในส่วนของลวดรัดขอบ (bead) ที่ทำจากเหล็กนั้นก็มีส่วนช่วยทำให้ ยางล้อยึดติดกับกระทะล้อได้ดีแม้ว่าจะอยู่ในสภาวะที่ยังไม่มีการสูบลมยางก็ตาม

เนื่องจากองค์ประกอบหลักของยางล้อคือเนื้อยางที่ได้รับการวัลคาไนซ์ ดังนั้นการรีไซเคิลด้วยการนำกลับไปขึ้นรูปใหม่จึงทำได้ยาก แม้ว่าเราจะสามารถนำยางล้อเก่าไปหล่อดอกเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (หากโครงของยางล้อยังคงอยู่ในสภาพที่ดี) แต่โดยทั่วไปแล้วการหล่อดอก สามารถทำได้ไม่กี่ครั้งเท่านั้น เช่นในกรณีของยางล้อรถโดยสารซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะสามารถหล่อดอกได้ไม่เกิน 3 ครั้ง ในท้ายที่สุดยางล้อเก่าเหล่านี้ ก็จะกลายเป็นขยะที่ต้องถูกกำจัดอยู่ดี การนำขยะยางล้อเก่าเหล่านี้ไปทิ้งหรือถมที่เหมือนในอดีตถือเป็นเรื่องที่ไม่เหมาะสมและได้ออก เป็นกฎหมายห้ามในหลายประเทศเพราะวิธีการกำจัดดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมามากมาย ด้วยเหตุนี้การนำขยะยางล้อเก่าไป รีไซเคิลด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การนำไปแปรรูปให้เป็นยางผง ยางรีเคลม รวมถึงการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเป็นเรื่องที่ ทำหายและกำลังได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการส่วนใหญ่ในปัจจุบัน

เชื้อเพลิงจากยางล้อ (Tire Derived Fuel; TDF) ส่วนใหญ่จะหมายถึงยางล้อที่ถูกนำไปตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ที่มีขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว เชื้อเพลิงจากยางล้อสามารถแบ่งออกได้หลายเกรดตั้งแต่เกรดต่ำซึ่งก็คือเกรดที่มีการปนเปื้อนของโลหะหรือผ้าใบ และเกรดสูงซึ่งก็คือเกรดที่มีการ กำจัดโลหะและผ้าใบออกหมดเรียบร้อยแล้ว ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบและพลังงานความร้อนของถ่านหินและยางล้อ หลังจากที่มีการกำจัดผ้าใบและลวดโลหะออกแล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 96 และตารางที่ 2 แสดงปริมาณของสารประกอบออกไซด์ของธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในยางล้อที่ผ่านการกำจัดผ้าใบและลวดโลหะออกแล้วเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วยางล้อมีจุดวาบไฟ (flash point) อยู่ในช่วง 288-343°C ในขณะที่เขม่าดำจะเริ่มเผาไหม้ที่อุณหภูมิ 450°C และจะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 650°C

ตารางที่ 1 องค์ประกอบและพลังงานความร้อนของยางล้อและถ่านหิน [5]

เชื้อเพลิง	องค์ประกอบ (%)							พลังงานความร้อน	
	คาร์บอน	ไฮโดรเจน	ออกซิเจน	ไนโตรเจน	กำมะถัน	เถ้า	ความชื้น	kJ/kg	Btu/lb
ยางล้อ	83.87	7.09	2.17	0.24	1.23	4.78	0.62	36,023	15,500
ถ่านหิน	73.92	4.85	6.41	1.76	1.59	6.23	5.24	31,017	13,346

ตารางที่ 2 ปริมาณของสารประกอบออกไซด์ของธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในยางล้อ [6]

ธาตุ	ปริมาณ (%)
สังกะสี	1.52
แคลเซียม	0.378
เหล็ก	0.321
คลอรีน	0.149
โครเมียม	0.0097
ฟลูออไรด์	0.0010
แคดเมียม	0.0006
ตะกั่ว	0.0065

แม้ว่าในระหว่างที่ตัดและบดยางล้อให้เป็นเศษชิ้นเล็กๆ เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ผู้บดจะแยกส่วนที่เป็นเหล็ก (เส้นลวดรัดขอบและเบลต์) ออกจากเนื้อยางแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากผู้บดไม่สามารถกำจัดเหล็กออกจากเนื้อยางได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงพบว่าในเนื้อยางยังคงมีเหล็กปนเปื้อนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง สำหรับซิงก์ออกไซด์ที่ตรวจพบในปริมาณสูงนั้นเป็นซิงก์ออกไซด์ที่มีอยู่ในเนื้อยาง เพราะระหว่างกระบวนการผลิต ผู้ประกอบการต้องเติมซิงก์ออกไซด์ลงไปเพื่อให้ปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เกิดได้เร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แคลเซียมที่ตรวจพบนั้นคาดว่าจะมาจากแคลเซียมออกไซด์ซึ่งใช้เป็นสารดูดความชื้นในยางหรืออาจมาจากการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ส่วนคลอรีนที่ตรวจพบนั้นก็มาจากยางคลอโรบิวทิล (CIIR) ที่ใช้เป็นยางบุเคลือบผิวด้านในของยางล้อเพื่อช่วยเก็บกักลม (ป้องกันการรั่วซึมของก๊าซ) และโลหะหนักอื่นๆ ที่ตรวจพบในปริมาณเล็กน้อยนั้นคาดว่าจะจะเป็นโลหะที่ปนเปื้อนอยู่ในเหล็กนั่นเอง



มลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้

การเผาไหม้ของยางล้อในสภาวะปกติถือว่าเป็นเรื่องอันตรายเพราะจะมีการปลดปล่อยก๊าซพิษจำนวนมากออกมาในระดับที่มีความเข้มข้นค่อนข้างสูง ซึ่งก๊าซพิษเหล่านี้ ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอื่นๆ อีกด้วย เช่น ไดออกซิน ฟิวแรน ไฮโดรเจนคลอไรด์ เบนซีน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนอะโรมาติกจำนวนมาก รวมถึงโลหะต่างๆ เป็นต้น เป็นที่ทราบกันดีว่าสารพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาเหล่านี้บางชนิดเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง เช่น เบนซีน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนอะโรมาติกจำนวนมาก รวมถึงไดออกซินและฟิวแรนซึ่งเป็นสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบมีชื่อเต็มว่าโพลีคลอริเนตไดเบนโซไดออกซิน (PCDD) และโพลีคลอริเนตไดเบนโซฟิวแรน (PCDF) ปัจจุบันนักสิ่งแวดล้อมได้ให้ความสำคัญกับการปลดปล่อยไดออกซินและฟิวแรนออกสู่สิ่งแวดล้อมค่อนข้างมาก ทั้งนี้เพราะทั้งไดออกซินและฟิวแรนต่างก็เป็นสารพิษรุนแรงที่สลายตัวยาก สามารถละลายได้ดีในไขมันและเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ (เข้าไปอยู่ในระบบห่วงโซ่อาหาร) ส่งผลทำให้ผู้บริโภคพืชหรือสัตว์ได้รับสารพิษเข้าไปและเกิดการสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งถ้าหากได้รับสารพิษเหล่านี้ในปริมาณที่สูงก็จะทำให้ผู้ได้รับพิษมีความสามารถในการรับรู้ต่ำ ระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง มีโอกาสเป็นหมันและโรคมะเร็งสูง สารไดออกซินและฟิวแรนจะเกิดขึ้นได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง $200-450^\circ\text{C}$ ไดออกซินและฟิวแรนจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อต้องมียังมีองค์ประกอบครบทั้ง 3 ส่วน คือ คลอรีน สารประกอบอินทรีย์ และช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้การเผาไหม้ของยางล้อซึ่งมีคลอรีนเป็นองค์ประกอบในปริมาณร้อยละ 0.149 จึงอาจก่อให้เกิดไดออกซินจำนวนมากหากเผาไหม้ที่อุณหภูมิไม่สูงเพียงพอ โดยทั่วไปแล้วสารไดออกซินสามารถเกิดขึ้นเองได้ตามธรรมชาติจากไฟฟ้า แต่ส่วนใหญ่แล้วไดออกซินมักเกิดขึ้นจากการเผาขยะและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ

สำหรับกรณีของการนำยางล้อไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาซึ่งมีอุณหภูมิของการเผาไหม้ที่ค่อนข้างสูงนั้น แม้ว่าการปลดปล่อยก๊าซพิษจะน้อยกว่าการเผาไหม้ยางล้อในสภาวะปกติเพราะมีการรายงานว่าการเผาไหม้ของยางล้อในเตาเผาที่อุณหภูมิสูงไม่ก่อให้เกิดควันหรือสารพิษที่สามารถมองเห็นได้ แต่ความปลอดภัยทางด้านมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมก็ยังคงเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณา ตารางที่ 3 และ 4 แสดงปริมาณขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในเถ้าของเตาเผาที่ใช้เฉพาะยางล้อเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว [6]

เนื่องจากอุณหภูมิในเตาเผาส่วนใหญ่มีค่าค่อนข้างสูง ดังนั้นโอกาสในการเกิดไดออกซินหรือฟิวแรนในเตาเผาค่อนข้างจะน้อย อย่างไรก็ตามการเผาไหม้ยางล้อก็ยังคงก่อให้เกิดไดออกซินเพราะในช่วงท้ายของเตาเผาจะมีการติดตั้งระบบทำความเย็นเพื่อทำให้ก๊าซและผงฝุ่นเย็นตัวลงก่อนที่จะถูกปลดปล่อยออกมา ดังนั้นหากต้องการให้มีการปลดปล่อยไดออกซินในปริมาณที่ต่ำแล้ว ผู้ประกอบการควรเติมยางล้อเก่าเข้าไปในเตาเผาในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 450°C และเพิ่มอัตราการให้ความเย็นแก่ของเสียและก๊าซในช่วงท้ายของเตาเผาเพื่อให้ผงฝุ่นและก๊าซต่างๆ มีระยะเวลาที่ต้องอยู่ในช่วงอุณหภูมิ $200-450^\circ\text{C}$ ให้สั้นที่สุด

แม้ว่าจะมีการนำยางล้อไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบัน แต่ประเด็นหลักที่ยังคงเป็นเรื่องที่ต้องถกเถียงกันต่อก็คือความปลอดภัยหรือความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิง จากการศึกษาการปลดปล่อยสารพิษจากการเผาไหม้ของยางล้อในเตาเผาขนาด 73 กิโลวัตต์ ของศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2537 โดยเตาเผาที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นเตาเผาในระดับภาคสนามที่สร้างขึ้นเพื่อลอกเลียนแบบเตาเผาจริงที่มีขนาดใหญ่กว่าประมาณ 20-40 เท่า (เตาเผาดังกล่าวไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องมือเสริมที่ช่วยลดมลภาวะสิ่งแวดล้อม) การทดสอบถูกทำขึ้นโดยใช้ยางผงขนาดต่ำกว่า 0.25 นิ้ว (ที่ได้จากยางล้อเก่าและปราศจากโลหะ) ไปเผาพร้อมกับก๊าซธรรมชาติโดยปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ เช่น สัดส่วนของเชื้อเพลิง อัตราการป้อนเชื้อเพลิง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของออกซิเจน จากนั้นวิเคราะห์หาสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมดที่ระเหยได้และกึ่งระเหยได้ สารประกอบไดออกซินและฟิวแรน รวมถึงโลหะที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จากผลการวิเคราะห์พบว่านอกจากสังกะสีแล้ว การเผาไหม้ของยางล้อมีการปลดปล่อยสารพิษไม่แตกต่างกันมากกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลทั่วไปทราบเท่าที่การเผาไหม้นั้นเกิดขึ้นในเตาเผาหรือในอุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบและดูแลอย่างดี ถ้าหากการปลดปล่อยสังกะสีส่งผลทำให้สภาพแวดล้อมเกิดมลภาวะ ก็จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยของสังกะสีดังกล่าว

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของธาตุต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์แอมบริออน
ด้านล่างของเตาเผา (bottom ash) ที่ได้จากการใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิง

สารที่ได้จากการวิเคราะห์	ปริมาณเฉลี่ย (%)
คาร์บอนทั้งหมด	0.164
อะลูมิเนียม	0.206
สารหนู	0.001
แคลเซียม	0.001
โครเมียม	0.523
ทองแดง	0.288
เหล็ก	96.217
ตะกั่ว	0.001
แมกนีเซียม	0.058
แมงกานีส	0.416
นิกเกิล	0.167
โพแทสเซียม	0.012
ซิลิคอน	0.293
โซเดียม	0.776
สังกะสี	0.106
ดีบุก	0.006
กำมะถัน	0.764
รวม	100.0

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของธาตุและสารประกอบต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์เถ้าลอย (fly ash) ที่ได้จากการใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิง

สารที่ได้จากการวิเคราะห์	ปริมาณเฉลี่ย (%)
สังกะสี	51.48
ตะกั่ว	0.22
เหล็ก	6.33
โครเมียม	0.03
ทองแดง	0.55
นิกเกิล	0.03
สารหนู	0.02
อะลูมิเนียม	0.76
แมกนีเซียม	0.50
โซเดียม	0.01
โพแทสเซียม	0.01
แมกนีเซียมไดออกไซด์	0.36
ดีบุก	0.03
ซิลิคอน	6.85
แคลเซียม	0.05
คาร์บอน	32.20
รวม	99.43



ตารางที่ 5 ปริมาณโลหะที่ถูกปลดปล่อยจากการเผาไหม้ในเตาเผาระดับภาคสนาม [7]

โลหะ	ก๊าซธรรมชาติ		ยางล้อย 17% และ ก๊าซธรรมชาติ 83%		ยางล้อย	
	ng/J	lb./MMBtu	ng/J	lb./MMBtu	ng/J	lb./MMBtu
พลวง	7.72×10^{-5}	1.80×10^{-7}	9.05×10^{-4}	2.10×10^{-6}	5.32×10^{-3}	1.24×10^{-5}
สารหนู	4.80×10^{-4}	1.12×10^{-6}	1.59×10^{-2}	3.70×10^{-5}	9.35×10^{-4}	2.17×10^{-4}
เบริลเลียม	N.D.*	N.D.*	2.14×10^{-5}	4.98×10^{-8}	1.26×10^{-4}	2.93×10^{-7}
แคดเมียม	1.76×10^{-4}	4.09×10^{-7}	4.54×10^{-4}	1.06×10^{-6}	2.67×10^{-3}	6.21×10^{-6}
โครเมียม	2.78×10^{-4}	6.46×10^{-7}	1.66×10^{-3}	3.86×10^{-6}	9.76×10^{-3}	2.27×10^{-5}
ตะกั่ว	3.45×10^{-3}	8.02×10^{-6}	2.83×10^{-2}	6.58×10^{-5}	1.66×10^{-1}	3.86×10^{-4}
แมงกานีส	1.21×10^{-3}	2.81×10^{-6}	2.48×10^{-3}	5.77×10^{-6}	1.46×10^{-2}	3.40×10^{-5}
นิกเกิล	3.00×10^{-4}	6.98×10^{-7}	1.50×10^{-3}	3.29×10^{-6}	8.82×10^{-3}	2.05×10^{-5}
เซเลเนียม	3.56×10^{-4}	8.28×10^{-7}	1.93×10^{-3}	4.49×10^{-6}	1.14×10^{-2}	2.65×10^{-5}
สังกะสี	1.23×10^{-1}	2.86×10^{-4}	15.21	3.54×10^{-2}	89.47	2.08×10^{-1}

หมายเหตุ: * N.D. ไม่สามารถหาค่าได้

นอกจากนี้ยังได้มีการรายงานจากแหล่งอื่นๆ อีกว่าการนำยางล้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมมากไปกว่าการใช้ถ่านหิน เพราะจากการตรวจสอบพบว่าทั้งโลหะหนัก เช่น แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล โครเมียม ทัลเลียม รวมถึงสังกะสี และก๊าซพิษต่างๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไดออกซินต่างก็มีปริมาณที่ไม่แตกต่างจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง และยังมีการรายงานว่าหากมีการนำยางล้อยเก่า 1 ล้านเส้นไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินจะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศได้สูงถึงร้อยละ 19.5 [2]

จากการศึกษาผลของการใช้ยางล้อยเก่าเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยมิสซูรี สหรัฐอเมริกา พบว่าการเผาไหม้ของยางล้อยมีความสะอาดกว่าการเผาไหม้ของถ่านหิน มีการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และฝุ่นซึ่เข้าไปในปริมาณที่ต่ำกว่า [8]

ข้อกตียงเกี่ยวกับเรื่องมลภาวะจากการใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิง

แม้ว่าผู้ผลิตยางล้อย ผู้ที่นำยางล้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิง และตัวแทนจากภาครัฐหลายๆ แห่งจะสนับสนุนวิธีการกำจัดขยะยางล้อยโดยการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์และนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจำนวนไม่น้อยเช่นกันที่ออกมาคัดค้านการนำยางล้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพราะคนเหล่านี้ยังเชื่อว่าการเผาไหม้ของยางล้อยก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ แม้ว่าจะงานวิจัยหรือการทดลองต่างๆ จะอ้างว่าการนำยางล้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมในปริมาณร้อยละ 10-25 ร่วมกับเชื้อเพลิงอื่นๆ เช่น ถ่านหินนั้นไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมากไปกว่าการใช้ถ่านหินเพียงอย่างเดียวเป็นเชื้อเพลิง แต่ในรายงานเหล่านี้ยังมีเงื่อนไขที่ว่าเตาเผาหรือหม้อต้มจะต้องได้รับการออกแบบและดูแลบำรุงรักษาเป็นอย่างดี อีกทั้งต้องมีสภาวะของการเผาไหม้ที่เหมาะสม ผู้ที่ไม่เห็นด้วยกับการใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิงเชื่อว่าเตาเผาหรือหม้อต้มส่วนใหญ่ที่ใช้งานจริงในโรงงานนั้นไม่ได้เป็นไปตามเงื่อนไขที่รายงานระบุ ดังนั้นก๊าซพิษที่ปลดปล่อยออกมาจะต้องมีปริมาณที่สูงกว่าที่มีอยู่ในรายงานอย่างแน่นอน

นอกจากนี้ผู้ที่คัดค้านยังเชื่อว่าโลหะหนักหลายชนิดที่มีอยู่ในยางล้อย เช่น ทองแดง เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล และสังกะสี ต่างก็เป็นสารตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดไดออกซิน ดังนั้นในระหว่างที่เกิดการเผาไหม้ คลอรีนที่มีอยู่ในยางล้อยจะผสมกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและออกซิเจนกลายเป็นไดออกซินโดยมีโลหะหนักเหล่านี้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ด้วยเหตุนี้จึงมีความเป็นไปได้สูงที่ว่า การนำยางล้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านหินจะส่งผลทำให้เกิดไดออกซินมากกว่าการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว ตารางที่ 6 แสดงผลการเก็บข้อมูล

จากการทดสอบปริมาณการปลดปล่อยไดออกซินและฟิวแรนออกสู่สิ่งแวดล้อมของเตาเผาหรือหม้อต้มที่ใช้ถ่านหินเพียงอย่างเดียวและที่ใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิงเสริมในช่วงร้อยละ 4-30 [1] จากตารางจะเห็นว่าผลการทดสอบมีความแปรปรวนสูงมากทำให้ยากแก่การหาข้อสรุป เพราะจากข้อมูลจะเห็นว่า โรงงานบางแห่งที่มีการใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิงเสริมเพียงแค่อ้อยละ 4 แต่มีการปลดปล่อยไดออกซินและฟิวแรนมากขึ้นถึงร้อยละ 4,140 ในขณะที่โรงงานบางแห่งมีการใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิงเสริมสูงถึงร้อยละ 20 แต่กลับมีปริมาณการปลดปล่อยไดออกซินและฟิวแรนเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 25 นอกจากนี้ยังมีบางโรงงานที่ใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิงเสริมร้อยละ 8 แต่กลับพบการลดลงของการปลดปล่อยไดออกซินและฟิวแรนลงถึงร้อยละ 83

ตารางที่ 6 ปริมาณไดออกซินและฟิวแรนที่เปลี่ยนแปลงไปจากการใช้ยางล้อยเป็นเชื้อเพลิงเสริมในปริมาณต่างๆ (เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว)

ข้อมูลจาก	ปริมาณยางล้อยที่ใช้ (%)	ปริมาณไดออกซินและฟิวแรน
4 California Cement Kilns	<20	เพิ่มขึ้นระหว่าง 53 - 100%
Victorville, CA Cement Kiln	24.6	ไดออกซินเพิ่มขึ้น 139-184% และฟิวแรนเพิ่มขึ้น 129%
Davenport, CA Cement Kiln	30	ไดออกซินเพิ่มขึ้น 398% และ 1,425% ฟิวแรนเพิ่มขึ้น 58% และ 2,230% ในการทดสอบ 2 ครั้ง
Davenport, CA Cement Kiln	20	เพิ่มขึ้น 25%
Lucerne Valley, CA Cement Kiln	20	ไดออกซินและไดเบนโซฟิวแรนบางตัวเพิ่มขึ้น
Chester, PA Paper Mill	4-8	เพิ่มขึ้น 4,140%
U Iowa, Iowa City, IA Industrial Boiler	4	ลดลง 44%
U Iowa, Iowa City, IA Industrial Boiler	8	ลดลง 83%

การนำเชื้อเพลิงจากยางล้อยไปใช้งาน

จากข้อมูลของสมาคมผู้ผลิตยางของสหรัฐอเมริกาพบว่าในปี พ.ศ. 2547 มียางล้อยเก่าจำนวน 130 ล้านเส้นที่ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยยางล้อยเก่าส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมซีเมนต์ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณการใช้ยางล้อยเก่าเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่างๆ

อุตสาหกรรม	ปริมาณการใช้ (%)
อุตสาหกรรมซีเมนต์	41
อุตสาหกรรมกระดาษ	20
อุตสาหกรรมการผลิตกระแสไฟฟ้า	18
อื่นๆ	21

หมายเหตุ: ข้อมูลจากสมาคมผู้ผลิตยาง (Rubber Manufacturers Association; RMA) สหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2547

นอกจากในสหรัฐอเมริกาแล้ว ยังมีการรายงานจากประเทศอังกฤษว่าในแต่ละปีได้มีการนำยางล้อยี่ห้อสูงถึง 90,000 ตัน ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า [2] โดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงถึง 25 เมกะวัตต์ นอกจากนี้ยังมีเหล็กอีก 15,000 ตัน และซิงก์ออกไซด์อีก 2,000 ตัน ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการรีไซเคิลยางล้อยี่ห้อ อย่างไรก็ตามการนำยางล้อยี่ห้อไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในประเทศอังกฤษนั้นผู้ประกอบการได้ติดตั้งระบบกำจัดสารพิษถึง 3 ระบบเพื่อทำให้การเผาไหม้มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ระบบแรกเป็นระบบที่ติดตั้งเพื่อดักจับซิงก์ออกไซด์ ระบบที่ 2 ติดตั้งเพื่อกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และระบบที่ 3 ได้ถูกติดตั้งเพื่อกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ประเทศญี่ปุ่นก็ได้มีรายงานการใช้อย่างล้อยี่ห้อเป็นเชื้อเพลิงด้วยเช่นกัน ในปี พ.ศ. 2549 สมาคมผู้ผลิตยางล้อยี่ห้อของญี่ปุ่นได้รายงานว่าญี่ปุ่นมียางล้อยี่ห้อประมาณ 102 ล้านเส้น โดยยางล้อยี่ห้อเหล่านี้กว่าร้อยละ 91 ได้ถูกนำกลับมารีไซเคิลด้วยวิธีต่างๆ เช่น นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง (ร้อยละ 50) ส่งออกเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ (ร้อยละ 17) รีไซเคิลภายในประเทศ (ร้อยละ 12) นำไปหล่อดอง (ร้อยละ 8) และนำไปใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆ (ร้อยละ 3)

การใช้อย่างล้อยี่ห้อเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาของอุตสาหกรรมซีเมนต์ [3]

ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลักที่ถูกนำไปใช้สำหรับเตาเผาของอุตสาหกรรมซีเมนต์ แต่เนื่องจากถ่านหินมีราคาค่อนข้างสูงผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมซีเมนต์จึงต้องมองหาทางเลือกอื่นเพื่อลดต้นทุนทางด้านพลังงาน โดยในอดีตมีการนำเชื้อเพลิงจากขยะอันตราย (hazardous waste) มาใช้ผสมกับถ่านหิน แต่จากเหตุผลในเรื่องความปลอดภัย จึงได้มีการออกกฎหมายไม่ให้มีการนำขยะอันตรายมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาอีกต่อไป ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงต้องมองหาแหล่งเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่มีราคาต่ำกว่าถ่านหินและไม่ก่อให้เกิดมลพิษที่สูงเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ซึ่งแหล่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับในกรณีนี้ก็คือ ขยะจากยางล้อยี่ห้อนั่นเอง ที่เป็นเช่นนี้เพราะขยะจากยางล้อยี่ห้อนอกจากจะมีราคาถูกแล้วการใช้อย่างล้อยี่ห้อเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาขนาดใหญ่ร่วมกับการป้อนออกซิเจนเข้าสู่ระบบให้เพียงพอจะทำให้ได้อุณหภูมิของการเผาไหม้ที่สูงมากเพียงพอสำหรับกำจัดสารอินทรีย์ทั้งหมดออกไปได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดสารไดออกซินและฟิวแรนในปริมาณที่ต่ำและทำให้ระบบการเผาไหม้มีความสะอาดมากยิ่งขึ้นเพราะการเผาไหม้อย่างล้อยี่ห้อที่อุณหภูมิสูงมากๆ จะทำให้ไม่มีควันและไม่มีก๊าซอื่นๆ ที่สามารถมองเห็นได้หลุดออกมา ซึ่งนับว่าเป็นข้อดีหลักอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้โรงงานซีเมนต์ส่วนใหญ่นิยมใช้อย่างล้อยี่ห้อเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผา

ยางล้อยี่ห้อที่จะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาอาจจะอยู่ในรูปของยางล้อยี่ห้อทั้งเส้น เศษยางชิ้นเล็กๆ หรือว่าอาจจะอยู่ในรูปของยางผงก็ได้ การใช้อย่างล้อยี่ห้อทั้งเส้นเป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาพบได้

บ่อยครั้งในอุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยยางล้อยี่ห้อจะถูกขนส่งผ่านสายพานลำเลียงเพื่อป้อนเข้าสู่เตาเผาที่เคลื่อนตามระยะเวลาที่กำหนด ข้อดีหลักๆ ของการใช้อย่างล้อยี่ห้อทั้งเส้นเป็นเชื้อเพลิงก็คือมีต้นทุนต่ำเพราะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำยางล้อยี่ห้อไปตัดหรือบดให้เป็นเศษยางหรือยางผง อย่างไรก็ตามการใช้อย่างล้อยี่ห้อทั้งเส้นเป็นเชื้อเพลิงก็ทำให้การเก็บรักษาและการขนส่งเป็นไปได้ลำบากมากขึ้น (เมื่อเปรียบเทียบกับเศษยางหรือยางผง) ส่วนการใช้เศษยางชิ้นเล็กๆ เป็นเชื้อเพลิงก็เป็นวิธีที่พบเห็นโดยทั่วไปในโรงเผาส่วนใหญ่ เศษยางเหล่านี้มักมีขนาดอยู่ในช่วง 2x2 เซนติเมตร ถึง 15x15 เซนติเมตร จะถูกเก็บไว้ในที่โล่งเช่นเดียวกับถ่านหินหรือหินปูน และจะถูกป้อนเข้าสู่เตาเผาโดยใช้สายพานลำเลียง ข้อดีหลักของการใช้เศษยางเป็นเชื้อเพลิงก็คือ ผู้ประกอบการสามารถป้อนเศษยางเข้าสู่เตาเผาได้อย่างต่อเนื่องและสามารถควบคุมอัตราการป้อนได้ตามต้องการ อีกทั้งยังใช้แรงงานคนที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการป้อนยางทั้งเส้นเข้าสู่เตาเผา อย่างไรก็ตามการใช้เศษยางก็ก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ เช่น ผู้ประกอบการต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการตัดยางให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขดลวดโลหะที่ยื่นออกมาจากเศษยางยังอาจเกาะเกี่ยวกับวัสดุหรือยานพาหนะอื่นๆ ทำให้เศษยางอาจกระจายไปทั่วโรงงานได้ ส่วนการใช้ยางผงเป็นเชื้อเพลิงแม้ว่าจะส่งผลดีหลายประการ เช่น ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะ สามารถป้อนยางผงเข้าสู่เตาเผาได้โดยตรงร่วมกับการป้อนผงถ่านหิน และการขนส่งและการเก็บรักษายางผงก็เหมือนกับถ่านหิน แต่ว่าเนื่องจากการบดยางให้เป็นผงมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการใช้อย่างผงเป็นเชื้อเพลิงจึงอาจจะมีต้นทุนที่สูงเทียบเท่ากับการใช้ถ่านหินก็ได้

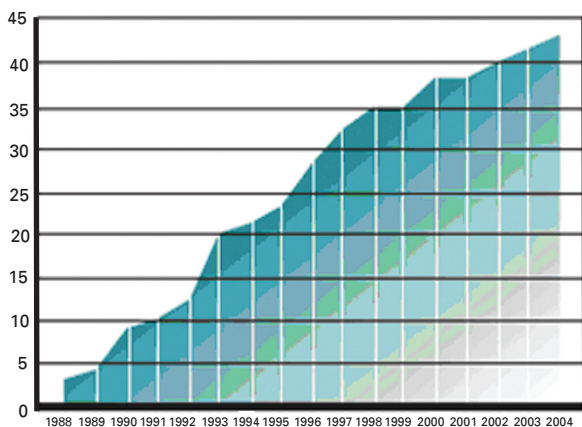
ยางล้อยี่ห้อจัดเป็นเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูงเพราะสามารถให้พลังงานความร้อนได้ใกล้เคียงกับถ่านหินคุณภาพสูง โดยทั่วไปยางล้อยี่ห้อจะมีค่าความร้อนขององค์ประกอบประมาณร้อยละ 0.5-2 ซึ่งถือว่ามีความร้อนกว่าหรือเท่ากับถ่านหินส่วนใหญ่ ส่วนสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในยางก็ไม่ได้มีโครงสร้างที่ซับซ้อนไปกว่าที่มีอยู่ในถ่านหิน อย่างไรก็ตามเนื่องจากในยางล้อยี่ห้อมีเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ดังนั้นผู้ขายยางล้อยี่ห้อไปใช้จึงต้องพิจารณาเรื่องของปริมาณโลหะที่อาจมีปนเปื้อนอยู่ในยางล้อยี่ห้อด้วย เพราะนอกจากจะมีเหล็กแล้ว ยังอาจมีโลหะอื่นๆ ปนอยู่ด้วย เช่น ตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสี แม้ว่าโลหะเหล่านี้ อาจจะมีปริมาณน้อยซึ่งอาจไม่ก่อให้เกิดปัญหาสำหรับเตาเผาส่วนใหญ่ แต่ผู้ซื้อควรวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโลหะต่างๆ เหล่านี้ทั้งในยางล้อยี่ห้อก่อนที่จะป้อนเข้าสู่เตา ในเตาเผาที่หลีกเลี่ยงการเผาไหม้ รวมถึงในฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณของโลหะปนเปื้อนเหล่านี้ยังคงอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

เตาเผาถือเป็นหนึ่งในอุปกรณ์หลักที่จำเป็นของอุตสาหกรรมซีเมนต์ เพราะในกระบวนการผลิตซีเมนต์พอร์ตแลนด์นั้น วัตถุดิบต่างๆ เช่น หินปูน (แหล่งของแคลเซียม) หินทราย (แหล่งของซิลิกา) และดินขาว (แหล่งของอะลูมิเนียมและเหล็ก) จะถูกนำมาบดผสมกันตามสัดส่วนที่กำหนด จากนั้นก็นำไปเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1,870°C ซึ่งความร้อนจะทำให้วัสดุเหล่านี้หลอมรวมกันกลายเป็นสารประกอบตัวใหม่ที่เรียกว่า “คลิงเกอร์ (clinker)” โดยเชื้อเพลิงที่ใช้ในเตาเผาส่วนใหญ่จะเป็นผงถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน และ/หรือวัสดุที่ได้จากการรีไซเคิล จากนั้นก็ทิ้งคลิงเกอร์ให้เย็นและนำไปบดรวมกับยิปซัมในปริมาณเล็กน้อยก็จะได้เป็นซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว

สมาคมผู้ผลิตยางของสหรัฐอเมริกาได้รายงานไว้ในปี พ.ศ. 2546 มีการนำยางล้อย่อยประมาณ 130 ล้านเส้นไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานผลิตซีเมนต์พอร์ตแลนด์ เนื่องจากยางล้อย่อยสามารถให้พลังงานความร้อนได้สูงกว่าถ่านหินประมาณร้อยละ 25 ด้วยเหตุนี้ การนำยางล้อย่อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิง 1 ตันจึงช่วยลดปริมาณการใช้ถ่านหินมากถึง 1.25 ตัน (โดยประมาณ) ซึ่งจะส่งผลทำให้ทั้งต้นทุนและมลภาวะที่เกิดจากการทำเหมืองถ่านหินลดลง

การนำยางล้อย่อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมซีเมนต์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วดังแสดงในรูปที่ 1 [9]

จำนวนโรงงาน



ปี

รูปที่ 1 แนวโน้มการใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิง
ในโรงงานผลิตซีเมนต์พอร์ตแลนด์ในสหรัฐอเมริกา

การใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมการผลิตซีเมนต์พอร์ตแลนด์นอกจากจะช่วยลดต้นทุนทางด้านพลังงานแล้วยังมีข้อดีอื่นๆ อีก เช่น ในกรณีของการใช้ยางล้อย่อยทั้งเส้นเป็นเชื้อเพลิง เหล็กซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของยางล้อย่อยจะหลอมกลายเป็นส่วนหนึ่งของคลิงเกอร์ ทำให้ผู้ผลิตสามารถลดปริมาณการเติมเหล็กเข้าไปในกระบวนการผลิตได้ นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับในหมู่ของผู้ผลิตซีเมนต์พอร์ตแลนด์ว่าการใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิงจะช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ได้ในช่วงตั้งแต่ร้อยละ 0-30 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผา อายุของเตาเผา รวมถึงความสามารถของโรงงานที่จะปรับตัวแปรในกระบวนการเผาให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

รายงานการศึกษาเรื่องการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรมพลังงานสหรัฐอเมริกา (The United States Department of Energy; USDOE) ชี้ให้เห็นว่าการเผาไหม้ของยางล้อย่อยก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่อหน่วยพลังงานต่ำกว่าถ่านหิน ด้วยเหตุนี้การใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิงจึงมีส่วนช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกและช่วยลดภาวะโลกร้อนซึ่งกำลังเป็นปัญหาหลักของประชาคมโลกในปัจจุบัน

การใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้ม (boiler) ที่ใช้ในงานสาธารณูปโภค

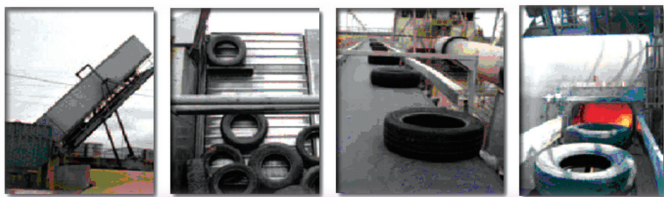
เนื่องจากหม้อต้มที่ใช้ในงานสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ฯลฯ ต่างก็มีขนาดใหญ่และต้องใช้อุณหภูมิในการเผาไหม้ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำยางล้อย่อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมร่วมกับถ่านหิน อย่างไรก็ตามการใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิงจะเหมาะกับหม้อต้มที่ต้องมีคนคุมเตา (stoker type boiler) และหม้อต้มที่ใช้ระบบลมหมุนในการป้อนเชื้อเพลิง (cyclone type boiler) เท่านั้น อย่างไรก็ตามหม้อต้มทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับหม้อต้มชนิดที่เพิ่มผงถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง (pulverized coal boiler) เป็นที่น่าเสียดายที่การใช้ยางล้อย่อยเป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้มชนิดหลังนี้มีความเป็นไปได้น้อยเพราะว่าเชื้อเพลิงที่จะป้อนเข้าสู่ระบบจะต้องถูกบดให้อยู่ในรูปของผงละเอียดซึ่งจะถูกเผาไหม้ในรูปของสารแขวนลอยแม้ว่ายางล้อย่อยจะสามารถถูกบดให้เป็นผงได้เช่นกัน แต่ขนาดของยางผงก็ยังใหญ่กว่าขนาดของผงถ่านหินทำให้ยากที่จะถูกเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์

การใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมกระดาษ

เมื่อเปรียบเทียบกับหม้อต้มที่ใช้ในงานสาธารณูปโภคแล้ว หม้อต้มในอุตสาหกรรมกระดาษมีขนาดเล็กกว่ามากและอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ก็ต่ำกว่า จึงทำให้การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของยางล้อเกิดขึ้นได้ยากกว่า ข้อมูลส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่าการใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิงเสริมในอุตสาหกรรมกระดาษนั้นส่วนมากจะส่งผลทำให้มีมลภาวะสูงขึ้น ปริมาณของก๊าซพิษและอนุภาคฝุ่นผงต่างๆ ที่ปลดปล่อยออกมาจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามการเพิ่มปริมาณยางล้อ ดังนั้นหากต้องการใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิง ผู้ประกอบการจึงมีความจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือดัดแปลงหม้อต้มเพื่อลดปริมาณการปลดปล่อยของเสียต่างๆ ออกสู่สิ่งแวดล้อมให้มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด ด้วยเหตุนี้ปัญหามลภาวะจึงเป็นสิ่งที่น่าห่วงใยอันดับหนึ่งของการใช้ยางล้อเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมกระดาษ อย่างไรก็ตามการที่บ่อยครั้งที่พบว่าโรงงานกระดาษจะนำเศษไม้ซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานไปกำจัดโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงในหม้อต้ม ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าไม้จะให้ค่าพลังงานความร้อนที่ต่ำกว่ายางล้อค่อนข้างมาก ดังนั้นการนำยางล้อไปใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบซึ่งนับว่าเป็นข้อดีหลักของการนำยางล้อไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของอุตสาหกรรมนี้

สรุป

แม้ว่าจะยังมีข้อถกเถียงในเรื่องของมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นจากการนำขยะยางล้อเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมเพราะจากข้อมูลจนถึง ณ ปัจจุบันก็ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าเชื้อเพลิงจากยางล้อเก่าก่อให้เกิดมลภาวะสูงกว่าถ่านหินหรือไม่เพราะข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจากแต่ละแหล่งมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามการนำยางล้อเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมก็ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งนี้เนื่องจากยางล้อเก่าจัดเป็นเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนสูง มีราคาถูก และหาได้ง่าย นอกจากนี้การนำยางล้อเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงยังมีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหาการกำจัดขยะจากยางล้อเก่าอีกด้วย



เอกสารอ้างอิง

1. Energy Justice Network, www.energyjustice.net/tires/, October 2009.
2. Energy from Solid Waste: Tire Derived Fuel, www.altenergymag.com/emagazine.php?issue_number=07.12.01&article=tires#, October 2009.
3. Tire Derived Fuel Use in Cement Kilns, www.gcisolutions.com/CINOTES997.htm, October 2009.
4. Tire Derived Fuel, www.epa.gov/waste/conserve/materials/tires/tdf.htm, October 2009.
5. Reisman, J.I. and Lemieux, P.M., “Air Emissions from Scrap Tire Combustion”, EPA, Oct. 1997
6. Tire Derived Fuel Characteristics, www.p2pays.org/ref/11/10504/html/usa/tdfdata.htm, October 2009.
7. Emission Control, www.p2pays.org/ref/11/10504/html/html/usa/emission.htm, October 2009.
8. Tire Derived Fuel, www.cf.missouri.edu/energy/em_renewable/tdf.html, October 2009.
9. Portland Cement Association, Sustainable Manufacturing fact sheet, April 2005.

ดร.พงษ์ธร แซ่ฮ่วย

การศึกษา: ปริญญาเอก (วิศวกรรมยาง) Loughborough University ประเทศอังกฤษ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน: นักวิจัย ฝ่ายวิจัยและพัฒนา

ห้องปฏิบัติการวิจัยยาง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ